

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 1月31日
Date of Application:

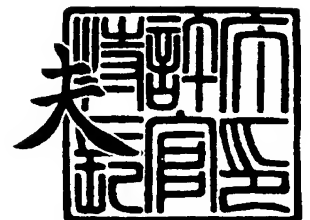
出願番号 特願2003-023297
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-023297]

出願人 凸版印刷株式会社
Applicant(s):

2004年 2月12日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康夫



出証番号 出証特2004-3008499



【書類名】 特許願

【整理番号】 P20021166

【提出日】 平成15年 1月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/00
G02B 3/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都台東区台東 1 丁目 5 番 1 号 凸版印刷株式会社内

【氏名】 福吉 健蔵

【発明者】

【住所又は居所】 東京都台東区台東 1 丁目 5 番 1 号 凸版印刷株式会社内

【氏名】 石松 忠

【発明者】

【住所又は居所】 東京都台東区台東 1 丁目 5 番 1 号 凸版印刷株式会社内

【氏名】 北村 智史

【発明者】

【住所又は居所】 東京都台東区台東 1 丁目 5 番 1 号 凸版印刷株式会社内

【氏名】 緒方 啓介

【特許出願人】

【識別番号】 000003193

【氏名又は名称】 凸版印刷株式会社

【代表者】 足立 直樹

【電話番号】 03-3835-5533

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003595

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1



【物件名】	要約書 1
【プルーフの要否】	要



【書類名】 明細書

【発明の名称】 固体撮像素子及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも受光素子と略半球状のマイクロレンズが 2 次元的に配置された固体撮像素子において、前記マイクロレンズがレンズ母型と透明樹脂上部層と一部の着色画素層とで構成されていることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 2】

前記一部の着色画素層は、一部の着色画素層の膜厚を t_1 、着色画素層全体の膜厚を t としたとき、 $t_1 \leq 0.5t$ なる条件が満たされていることを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像素子。

【請求項 3】

前記平坦化層の材料に、露光波長の透過率が 40% 以下で、かつ、可視光領域で 90% 以上の透過率を有する樹脂を用いたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項 4】

少なくとも以下の (a) ~ (f) の工程を備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の固体撮像素子の製造方法。

(a) 半導体基板上に平坦化層を形成する工程。

(b) 前記平坦化層上に複数色の着色画素層を 2 次元的に配列形成する工程。

(c) 前記カラーフィルター上に所定厚の透明樹脂上部層を形成する工程。

(d) 前記透明樹脂上部層上に、熱フロー性を有する感光性樹脂溶液を用いて感光層を形成する工程。

(e) 前記感光層をパターン露光、現像等の一連のパターニング処理を行ってレンズパターンを形成し、熱フローさせて、アレー状に配置された受光素子のそれぞれの位置に略半球状のレンズ母型を形成する工程。

(f) 前記レンズ母型、前記透明樹脂上部層及び前記着色層をドライエッチングにてエッチング処理し、アレー状に配置された受光素子上に、レンズ母型、透明樹脂上部層及び一部の着色層からなるマイクロレンズを形成する工程。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、C-MOSやCCDに代表される固体撮像素子に関し、特に、受光部までのレンズ下距離を短くして集光性、S/N比を改善したマイクロレンズを有する固体撮像素子及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

CCDなどの受光素子の光電変換に寄与する領域（開口部）は、素子サイズや画素数にも依存するが、その全面積に対し20～40%程度に限られてしまう。開口部が小さいことは、そのまま感度低下につながるため、これを補うために受光素子上に集光のためのマイクロレンズを形成することが一般的である。

しかしながら、近時、300万画素を超える高精細CCD撮像素子への要求が強くなり、これら高精細CCDにおいて付随するマイクロレンズの開口率低下（すなわち感度低下）およびフレア、スミアなどのノイズ増加による画質低下が、大きな問題となってきた。C-MOSやCCDなどの撮像素子は、ほぼ十分な画素数に近づきつつあり、それらデバイスメーカーでの競争は画素数から画質の競争に変化しつつある。

【0003】

マイクロレンズ形成技術については、公知の技術として、レンズを丸く半球状に形成する技術として熱フローによる樹脂の熱流動性（熱フロー）を用いた技術、また、いくつかのエッチング技術によりレンズを加工する技術が開示されており、さらに、レンズ表面にPGMAなどの有機膜やOCD（SiO₂系）の無機膜の形成なども詳細に記載されている（例えば、特許文献1参照）。マイクロレンズをドライエッチング加工する技術も公開されている（例えば、特許文献2参照）。

また、有色マイクロレンズ（着色したマイクロレンズ）の技術も公開されている（例えば、特許文献3及び特許文献4参照）。

【0004】

【特許文献1】

特開昭60-53073号公報

【特許文献2】

特開平1-10666号公報

【特許文献3】

特開昭64-7562号公報

【特許文献4】

特開平3-230101号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

図7に、従来の固体撮像素子の部分構成断面図を示す。マイクロレンズ75からの入射光の集光性を上げ、かつ、受光部でのS/N（信号／ノイズ）比を向上させる有力な手段は、マイクロレンズ75と受光素子12までのレンズ下距離 L_2 を小さく（薄く）することである。しかしながら、受光素子12上には、平坦化層71、平坦化層72、カラーフィルター73及び透明樹脂上部層74等が形成されてレンズ下距離 L_2 を構成しており、このレンズ下距離 L_2 は、一般的に、5～6 μm 程度の大きめ（厚め）の距離を有している。

CCD、CMOSなどの方式にかかわらず、固体撮像素子では、レンズ下距離 L_2 を極力小さくすることで、その性能向上をはかることができる。なお、マイクロレンズの焦点距離は、受光素子の開口幅との関係でレンズ下距離よりやや大きい値に設定される。

【0006】

CMOS撮像素子は、その消費電力が小さく駆動回路をCMOS撮像素子とともに一体化した省スペースの素子が造れることから、最近注目を集めている。しかし、CMOS撮像素子は、その構造から、受光素子までの距離が大きくなる傾向にあり、上記レンズ下距離を小さくするためには不利な構成といえる。また、低コスト化を目的に画素ピッチ（受光素子のピッチと同じ）を小さくする傾向にもあるが、小さな画素ピッチで、かつ、CMOS撮像素子の場合、レンズ下距離 L_2 がかなり大きくなり、このため、マイクロレンズ75の厚みを0.5 μm ～

0.3 μm の薄いレンズにする必要がある。ところが、マイクロレンズの製造方法から 0.4 μm 以下の薄いレンズはレンズ状に丸く形成することが、極めて困難である。

すなわち、マイクロレンズは、熱フロー性・感光性・アルカリ可溶性のレンズ材料を公知のフォトリソグラフィのプロセスでパターン形成し、この後、熱フローで丸く半球状に加工するが、薄すぎるレンズパターンは、熱処理をしても膜厚の関係から丸くならにくい。例えば、3 μm ピッチの画素の場合、量産性を考慮したレンズ膜厚は、0.4 μm が限界で 0.3 μm では、丸くならず台形状となってしまう問題がある。

【0007】

図6に、有色マイクロレンズ63を配設する従来の固体撮像素子の一例を示す。カラーフィルターの特性を兼ね備えた有色マイクロレンズ63は、簡便な構成であるが、光の入射位置によって色純度が低下し、画質低下につながる問題がある。すなわち、有色マイクロレンズ63の中央付近に入射する光 R_1 は、ほぼ目的とするフィルター効果を期待できるが、有色レンズ63の端部から入射する光 R_2 は、カラーフィルターである有色レンズの薄い部分を透過するため、有色レンズ63を通過した透過光はかなり白っぽい色となり、結果として大きく色純度を低下せしめることになる。さらに、有色レンズの場合、色によって、色材の含有量が変わるため、この含有量大小によってレンズのフロー性に影響ありレンズ形状に差が出てしまう問題がある。

【0008】

さらに、固体撮像素子の電氣的接続パッドの肌だし工程について説明する。

図8に、遮光層兼電氣的接続電極（通常、アルミニウム薄膜）13を露出するための途中工程での固体撮像素子断面図を示す。一般的には、ノボラック系のポジレジストで遮光層兼電氣的接続電極13上に開口部86を有する保護レジストパターン85をマイクロレンズ84をほぼ全面に形成しておき、平坦化層81、透明樹脂上部層82の樹脂をドライエッチングなどで除去し、遮光層兼電氣的接続電極13を露出させ、電氣的接続電極パッドを形成する。このあと、残存する保護レジストパターン85を有機アルカリや有機溶剤などで除去する。

この通常プロセスでは、保護レジストパターン 85 を形成するためのフォトリソプロセスが必要であり、工程増となること、またポジレジストに含まれる有機溶剤で平坦化層などの下地樹脂が膨潤する等の問題を抱えている。

【0009】

本発明は上記問題点に鑑み考案されたもので、レンズ下距離を小さくして集光性を改善し、実質的なレンズ厚みを $0.5\mu\text{m}$ 以上として、 $3\mu\text{m}$ 以下の画素ピッチの撮像素子上のマイクロレンズ加工を容易にし、色純度に優れた固体撮像素子及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明において、上記課題を解決するために、まず、請求項 1 においては、少なくとも受光素子と略半球状のマイクロレンズが 2 次元的に配置された固体撮像素子において、前記マイクロレンズがレンズ母型と透明樹脂上部層と一部の着色画素層とで構成されていることを特徴とする固体撮像素子としたものである。

【0011】

また、請求項 2 においては、前記一部の着色画素層は、一部の着色画素層の膜厚を t_1 、着色画素層全体の膜厚を t としたとき、 $t_1 \leq 0.5t$ なる条件が満たされていることを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像素子としたものである。

【0012】

また、請求項 3 においては、前記平坦化層の材料に、露光波長の透過率が 40 % 以下で、かつ、可視光領域で 90 % 以上の透過率を有する樹脂を用いたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の固体撮像素子としたものである。

【0013】

さらにまた、請求項 3 においては、少なくとも以下の (a) ~ (f) の工程を備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の固体撮像素子の製造方法としたものである。

(a) 半導体基板上に平坦化層を形成する工程。

(b) 前記平坦化層上に複数色のカラーフィルターを 2 次元的に配列形成する工程。

(c) 前記カラーフィルター上に所定厚の透明樹脂上部層を形成する工程。

(d) 前記透明樹脂上部層上に、熱フロー性を有する感光性樹脂溶液を用いて感光層を形成する工程。

(e) 前記感光層をパターン露光、現像等の一連のパターニング処理を行ってレンズパターンを形成し、熱フローさせて、アレー状に配置された受光素子のそれぞれの位置に略半球状のレンズ母型を形成する工程。

(f) 前記レンズ母型、前記透明樹脂上部層及び前記着色層をドライエッチングにてエッチング処理し、アレー状に配置された受光素子上に、レンズ母型、透明樹脂上部層及び一部の着色層からなるマイクロレンズを形成する工程。

【0014】

【発明の実施の形態】

図1は、請求項1に係る本発明の固体撮像素子の一実施例を示す模式構成部分断面図である。

本発明の固体撮像素子は、受光素子12アレー及び遮光層兼電気接続用電極13等を有する半導体基板10上に平坦化層21及びマイクロレンズ50が形成されたもので、マイクロレンズ50は、後記するように、着色画素層31及び透明樹脂上部層41上に形成されたレンズ母型51bをドライエッチング等でエッチング処理することにより、レンズ母型51cと、透明樹脂上部層41bと、一部の着色画素層31aとで構成されている。

マイクロレンズ50を上記の構成にすることにより、マイクロレンズ50と受光素子12と間のレンズ下距離を小さくすることができ、実質的なレンズ厚みを $0.5\mu\text{m}$ 以上として、 $3\mu\text{m}$ 以下の画素ピッチのマイクロレンズ加工を容易にしている。

【0015】

請求項2に係る本発明の固体撮像素子は、マイクロレンズ50を構成している一部の着色画素層31aの膜厚を規定したもので、図2に示すように、レンズ母型51cと、透明樹脂上部層41bと、一部の着色画素層31aとで構成されるマイクロレンズ50の一部の着色画素層31aの膜厚を t_1 、着色画素層全体の膜厚を t としたとき、 $t_1 \leq 0.5t$ なる条件が満たされるようにしたもので、

一部の着色画素層 31a の境界部をレンズとして利用し、レンズ下距離を可能な限り小さくすると同時に、着色画素層の色純度低下を防止できるようにしたものである。

基本的には、レンズ下距離を小さくするために、ドライエッチングをできるだけ深く入れることになるが、着色画素層の下地面まで入れると着色画素層の平坦面（有効面）が小さくなり、マイクロレンズ周辺からの色純度の低下した入射光が増え、画質低下につながることになる。過剰なエッチング、 $t_1 > 0.5t$ では、カラーフィルター間に隙間が発生し、開口率を低下せしめることになる。ゆえに、一部の着色画素層の膜厚は、 $t_1 \leq 0.5t$ なる条件が満たされることが必要である。

また、 $t_1 > 0.5t$ では、図 5 に示すように、着色画素を横切る光波長 λ_3 が短くなりすぎ、色純度（画質）に悪影響を与えてしまう。

【0016】

請求項 3 に係る固体撮像素子は、平坦化層 21 を露光波長（365 nm）での透過率が 40% 以下で、かつ、可視光領域での透過率が 90% 以上の樹脂で形成することにより、着色画素層の露光波長（365 nm）での透過率と着色画素層の下地である平坦化層 21 の露光波長（365 nm）での透過率が、着色画素層の画素形状再現性に大きく影響することを見いだしたもので、着色画素層 31 を形成する際の露光波長（365 nm）での反射率を低く抑えることができ、着色画素層 31 の $3.5 \mu\text{m}$ 画素サイズ以下での画素形状再現性を良くすることができる。特に、 $3.5 \mu\text{m}$ 画素サイズ以下さらには、 $3 \mu\text{m}$ 画素サイズ以下の固体撮像素子では、高い光学特性や画質確保のために、サブミクロンの領域で着色画素層 31 の画素サイズを制御する必要がある。

【0017】

以下請求項 4 に係る本発明の固体撮像素子の製造方法について説明する。

図 3（a）～（d）及び図 4（e）～（g）に、本発明の固体撮像素子の製造方法の一実施例を工程順に示す。

まず、受光素子 12 及び遮光層兼電氣的接続電極 13 等を有する半導体基板 11 上に、アクリル樹脂等の透明樹脂に紫外線吸収剤を添加した樹脂溶液をスピン

コート等で塗布し、加熱、硬化して所定厚の平坦化層 21 を形成する（図 3（a）参照）。

透明樹脂としては、上記アクリル樹脂の他に、エポキシ、ポリエステル、ウレタン、メラミン、エリアなどの尿素樹脂、スチレン樹脂、フェノール樹脂あるいはこれらの共重合物等が使用可能である。

【0018】

露光波長（365 nm）での透過率が 40 % 以下にする手法は、紫外線吸収性化合物や紫外線吸収剤を上記透明樹脂に添加あるいはペンダント（反応型紫外線吸収剤などの形で樹脂分子鎖に組み込む）方式にて可能である。

紫外線吸収剤としては、ベンゾトリアゾール系、ベンゾフェノン系、トリアジン系、サリシレート系、クマリン系、キサントゲン系あるいはメトキシケイ皮酸系有機化合物などが挙げられる。酸化セリウムや酸化チタンなどの金属酸化物微粒子の紫外線吸収剤も利用可能である。

【0019】

ここで、平坦化層 21 の露光波長（365 nm）での透過率が、10 %、20 %、30 %、40 % 及び 50 % の平坦化層 21 を作製し、各色の着色画素層の露光波長（365 nm）での反射率と 3.5 μ m 画素サイズ以下での着色画素形状評価を行った結果を表 1 に示す。

【0020】

【表 1】

	平坦化層の365nmでの各透過率に対する反射率(%)とCF形状評価									
	50%	形状	40%	形状	30%	形状	20%	形状	10%	形状
C	2.2%	△	1.4%	○	0.8%	○	0.3%	○	0.1%	○
M	11.3	×	7.2	×	4.1	×	1.8	○	0.5	○
Y	5.0	×	3.2	×	1.8	○	0.8	○	0.2	○
R	2.0%	△	1.2%	○	0.7%	○	0.3%	○	0.1%	○
G	0.8	○	0.5	○	0.3	○	0.1	○	0.0	○
B	0.3	○	0.2	○	0.1	○	0.0	○	0.0	○

(注) C:シアン M:マゼンタ Y:イエロー

R:レッド G:グリーン B:ブルー

(注) 各CF単体(平坦化層紫外線吸収を含まない)での365nm透過率は表2参照。

各CF右の数字(%)は、平坦化層の365nm透過率と

平坦化層365nm透過率の自乗の積であり、365nmでの反射率を示す。

(注) CF形状は、3.5 μ m以下の微細画素サイズで評価。

【0021】

表1に示すように、補色系着色画素(C、M、Y)では、平坦化層21の露光波長(365nm)での透過率が20%以下のとき、3色とも、画素形状が精度良く再現されており、原色系着色画素(R、G、B)では、40%以下のとき、画素形状が精度良く再現されている。

【0022】

着色画素単体(膜厚:1 μ m)の露光波長(365nm)での透過率を表2に示す。

【0023】

【表 2】

365nmでのCF透過率(%)	
	透過率(%)
C	9%
M	45%
Y	20%
R	8%
G	3%
B	1%

【0024】

ここで、表1及び表2の結果より、これら着色画素層の露光波長(365nm)での透過率と着色画素層下地である平坦化層21の露光波長(365nm)での透過率が、着色画素層の画素形状再現性に大きく影響していることが分かる。

この傾向は、3.5 μ m画素サイズ、さらには3.0 μ m画素サイズ以下の場合に、特にその効果を有する。

【0025】

次に、あらかじめ染料を内填せしめたカラーレジストをスピコートで塗布し、着色感光層を形成し、パターン露光、現像等の一連のパターニング処理を行って、平坦化層21上に各色の着色画素層31を形成する(図3(b)参照)。

ここで、着色画素層31の厚みは、目的とする色分離に必要な膜厚で良く、特に規定するものではないが、一般的には、0.4~1.5 μ mの範囲内である。

カラーレジストの樹脂は、着色画素層31上に形成される透明樹脂上部層の樹脂材料は、密着力や屈折率などからアクリル系の感光性樹脂であることが望ましい。

染料は、カラーレジストの主溶剤に溶かし込む形でも、染料分散の形でも、あるいは、樹脂骨格に組み込む、いわゆるペンダントした形でも良い。染色槽を用いての一般的な染色方法は、工程数が増えるのでコスト観点からは好ましくない。染料を色材とするカラーフィルターは、カラーレジストの段階で0.2ないし0.1 μ mの高度なフィルトレーション(異物除去)が可能であるので、1~0.5 μ mのフィルトレーションが限界の有機顔料分散タイプのカラーフィルターより、高度な画質をもつ撮像素子を提供でき、S/N比を大きく向上させた撮像素子を提供できる。

染料は、アゾ系、キサンティニウム系、フタロシアニン系、アントラキノン系、クマリン系およびスチリル系などが挙げられる。赤、緑、青の3原色染料や、シアン、マゼンタ、イエローの補色系染料、これらにグリーンを加えたものを用いることができる。

【0026】

上記着色画素層の構成材料として、あらかじめ染料を内填せしめたカラーレジストを用いたが、色材を有機顔料とした着色樹脂を採用しても良い。しかし、有機顔料の場合、その種類によって、後記するドライエッチングでのエッチングレートに差があり、色毎にレンズ形状が変化しやすいことと、その表面形状が荒れること、加えて、微細画素ピッチの撮像素子では、顔料自体の粒径（粒子）がS/N比に悪い影響を与えやすく、そのレジスト材料のフィルトレーション（異物除去）も難しいことから、染料を色材とする着色樹脂であることが好ましい。

【0027】

次に、熱リフロー性を有するフェノール系感光性樹脂溶液をスピンコートで塗布し、乾燥硬化させて感光性樹脂層を形成し、パターン露光、現像等の一連のパターニング処理を行って、着色画素層31上に所定膜厚の透明樹脂上部層41及び遮光層兼電氣的接続電極13上に開口部42を有するパターン化樹脂層41aを形成する（図3（c）参照）。

ここで、透明樹脂上部層41の厚み（レンズ形状でのピーク厚み）は、特に規定するものでないが、下地のカラーフィルターの凹凸を吸収できる下限の厚みは $0.2\mu\text{m}$ 以上であることが望ましい。また、透明樹脂上部層41の厚みの上限は、本発明の固体撮像素子が微細画素ピッチを対象としていることから、 $1\mu\text{m}$ である。

【0028】

次に、熱リフロー性を有するアクリル系感光性樹脂溶液をスピンコートで塗布し、乾燥硬化させて所定厚の感光性樹脂層51を形成する（図3（d）参照）。

次に、感光性樹脂層51をパターン露光、現像等の一連のパターニング処理を行って、着色画素層31上にレンズパターン51aを形成する（図4（e）参照）。

さらに、レンズパターン51aを所定の温度で加熱リフローし、所定の曲率を有するレンズ母型51bを形成する（図4（f）参照）。

ここで、レンズ母型51bの曲率半径は $0.7\mu\text{m}$ 前後である。

【0029】

次に、レンズ母型51bを形成した半導体基板11をドライエッチング装置に

て、レンズ母型 5 1 b、透明樹脂上部層 4 1 及び着色画素層 3 1、平坦化層 2 1 をエッチング処理し、レンズ母型 5 1 c、透明樹脂上部層 4 1 b 及び一部の着色画素層 3 1 a からなるマイクロレンズ 5 0 及び電氣的接続パッド 1 3 a を形成し、受光素子 1 2 及び遮光層 1 3 が形成された半導体基板上に、レンズ母型 5 1 c、透明樹脂上部層 4 1 b 及び一部の着色画素層 3 1 a からなるマイクロレンズ 5 0 及び電氣的接続パッド 1 3 a が形成された固体撮像素子を得る（図 4（g）参照）。

【0030】

ここで、ドライエッチングのエッチング終点は、一部の着色画素層 3 1 a の膜厚 t_1 が着色画素層 3 1 の膜厚 t の $1/2$ 以下になるようにする。

また、レンズ母型 5 1 b をドライエッチングする際レンズ母型 5 1 b 間の凹部が比較的エッチングが進みやすい傾向にあり、マイクロレンズ 5 0 の仕上がり形状を劣化させやすい。これを緩和するため、ドライエッチング前に、あらかじめ $0.05 \sim 0.3 \mu\text{m}$ 前後の透明樹脂薄膜層でレンズ母型全体を覆うことが好ましい。この工程を挿入することにより、よりスムーズなレンズ母型転写を実施することができる。

また、マイクロレンズ 5 0 全面に反射防止膜を設けても良い。

【0031】

以下実施例により本発明を詳細に説明する。

【実施例】

<実施例 1>

まず、受光素子 1 2、遮光層 1 3、パッシベーション等を形成した半導体基板 1 1 上に、熱硬化タイプのアクリル樹脂等に紫外線吸収剤を添加した樹脂溶液をスピコート等で塗布し、加熱、硬化して $0.6 \mu\text{m}$ 厚の平坦化層 2 1 を形成した（図 3（a）参照）。

ここで、 $0.6 \mu\text{m}$ 厚の平坦化層 2 1 の露光波長（ 365 nm ）での透過率は 40% であった。

【0032】

次に、アクリル系樹脂に、カラーインデックスにて、C.I. Acid Red 114、C.I.

Acid Green 16、C.I. Acid Blue 86の染料を中心とする色材を混入し、シクロヘキサノン溶剤とともにフォレジスト化したR、G、B各色のアクリル系カラーレジストを作製した。色材の添加量は、それぞれレジスト中の固形比（ポリマー、モノマー、色材等の合計）にて、約20重量%とした。

次に、R、G、B各色のアクリル系カラーレジストを用いて、着色感光層の形成、パターン露光、現像等のパターンニング処理を3回繰り返して、R、G、Bからなる1.2 μm 厚の着色画素層31を形成した（図3（b）参照）。

ここで、各色着色感光層の形成はスピコートにて、パターン露光は、露光波長（365 nm）を用いたステッパー露光機を使用した。

【0033】

次に、紫外線365 nmに感度を持つ感光性・熱硬化タイプのフェノール系樹脂溶液を用いてスピコートにて塗布し、乾燥硬化させて感光性樹脂層を形成し、パターン露光、現像等の一連のパターンニング処理を行って、着色画素層31上に0.4 μm 厚の透明樹脂上部層41及び遮光層13上に開口部42を有するパターン化樹脂層41aを形成した（図3（c）参照）。

【0034】

次に、熱リフロー性を有するアクリル系感光性樹脂溶液をスピコートで塗布し、乾燥硬化させて所定厚の感光性樹脂層51を形成し（図3（d）参照）、さらに、感光性樹脂層51をパターン露光、現像等の一連のパターンニング処理を行って、着色画素層31上にレンズパターン51aを形成した（図4（e）参照）。

さらに、レンズパターン51aを190℃の温度で加熱リフローし、約0.7 μm の曲率を有するレンズ母型51bを形成した（図4（f）参照）。

【0035】

次に、レンズ母型51bを形成した半導体基板11を、ドライエッチング装置にて、 O_2 ガスによるエッチング処理を行った。基板温度：常温、圧力：5 Pa、RFパワー：500 W、バイアス：100 Wにてレンズ母型51b、透明樹脂上部層41及び着色画素層31、平坦化層21をエッチング処理し、レンズ母型51c、透明樹脂上部層41b及び一部の着色画素層31aからなるマイクロレ

レンズ 50 及び電氣的接続パッド 13 a を形成した。

ここで、一部の着色画素層 31 a の膜厚は、着色画素層 31 の膜厚 $0.7\ \mu\text{m}$ に対し、 $0.3\ \mu\text{m}$ であった。

以上の工程により、受光素子 12 及び遮光層兼電氣的接続電極 13 が形成された半導体基板上に、レンズ母型 51 c、透明樹脂上部層 41 b 及び一部の着色画素層 31 a からなるマイクロレンズ 50 及び電氣的接続パッド 13 a が形成された固体撮像素子を得た（図 4（g）参照）。

。

【0036】

上記実施例で得られた本発明の固体撮像素子のレンズ下距離は約 $2.1\ \mu\text{m}$ となり、従来の固体撮像素子のレンズ下距離 $5.5\ \mu\text{m}$ に比べて半分以下のレンズ下距離を実現できた。

【0037】

【発明の効果】

上記したように、本発明の固体撮像素子は、レンズ下距離を大幅に小さくすることができ、入射光の集光効果が一段と向上する共に、ノイズ光の斜め入射を大幅に低減できるため、撮像素子の画質を高めることができる。

また、画素の微細化に伴うレンズ薄膜化（ないし、工程途中ではレンズ母型の薄膜化）を緩和でき、 $0.5\ \mu\text{m}$ 以上の厚めの、製造に無理のないマイクロレンズ厚みにて、撮像素子を提供できるようになる。

加えて、着色画素層の一部をエッチングしてレンズ形状とするため、有色マイクロレンズを用いた場合の中央部と周辺部の入射光の色の差をなくし、高画質の撮像素子を提供できる。同時に、本発明は、着色画素層の厚み方向の途中でエッチングを止めるため、エッチングがその厚み方向に多少ばらついても色や集光への影響を少なくすることができる。

さらに、本発明では、マイクロレンズ間の凹部が着色しているため、凹部からの反射光成分を減らす効果もあり、さらなる画質改善につなげることができる。

さらにまた、本発明の固体撮像素子の製造方法では、従来の電氣的接続パッドの肌だしにおける複雑な工程を省略でき、ドライエッチングのみの簡素な工程で

電氣的接続パッドを有する固体撮像素子を作製できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の固体撮像素子の一実施例を示す模式構成部分断面図である。

【図 2】

本発明の固体撮像素子のマイクロレンズを構成している一部の着色画素 t_1 と着色画素層 t との関係を示す説明図である。

【図 3】

(a) ~ (d) は、本発明の固体撮像素子の製造方法における工程の一部を示す模式構成部分断面図である。

【図 4】

(e) ~ (g) は、本発明の固体撮像素子の製造方法における工程の一部を示す模式構成部分断面図である。

【図 5】

着色画素膜厚 t_1 の膜厚の違いによる光路長の違いを示す説明図である。

【図 6】

有色マイクロレンズを用いた固体撮像素子の一例を示す模式構成部分断面図である。

【図 7】

従来の固体撮像素子の一例を示す模式構成部分断面図である。

【図 8】

従来の固体撮像素子の一例を示す模式構成部分断面図である。

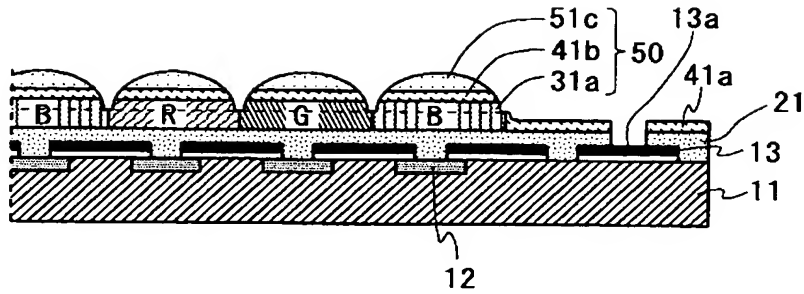
【符号の説明】

- 1 1 ……半導体基板
- 1 2 ……受光素子
- 1 3 ……遮光層兼電氣的接続電極
- 1 3 a ……電氣的接続電極パッド
- 2 1、7 1、7 2、8 1 ……平坦化層
- 3 1 ……着色画素層

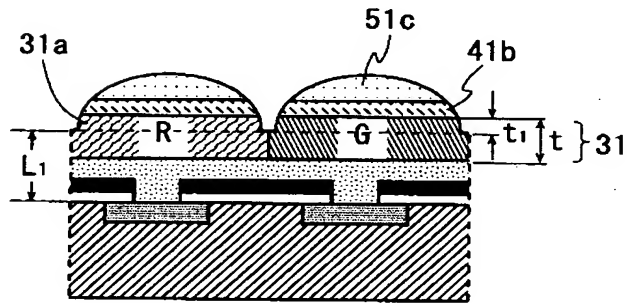
3 1 a ……一部の着色画素層
4 1、4 1 b、6 1、6 2、7 4 ……透明樹脂上部層
4 1 a ……パターン化樹脂層
4 2 ……開口部
6 3 ……有色マイクロレンズ
5 0、7 5、8 4 ……マイクロレンズ
5 1 ……感光性樹脂層
5 1 a ……レンズパターン
5 1 b、5 1 c ……レンズ母型
7 3、8 3 ……カラーフィルタ
8 5 ……保護レジストパターン
8 6 ……開口部

【書類名】 図面

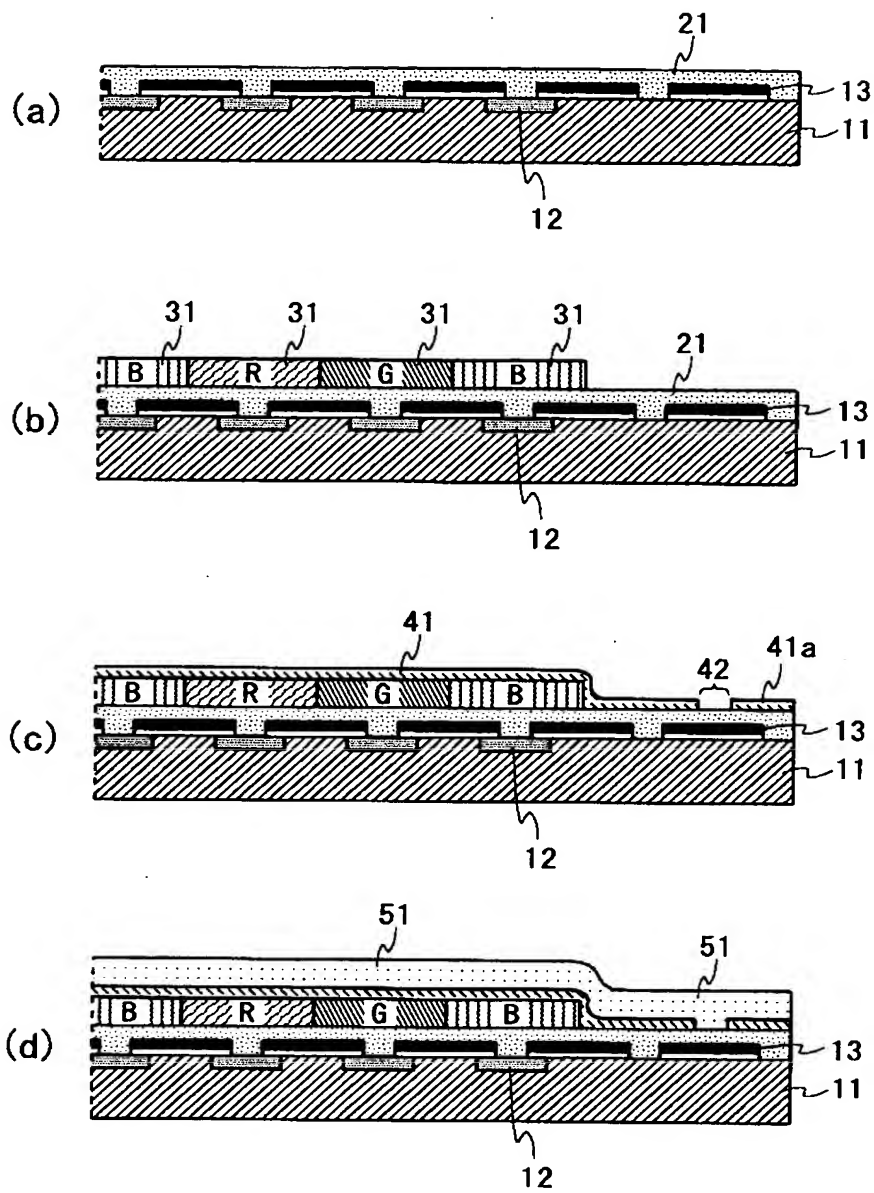
【図 1】



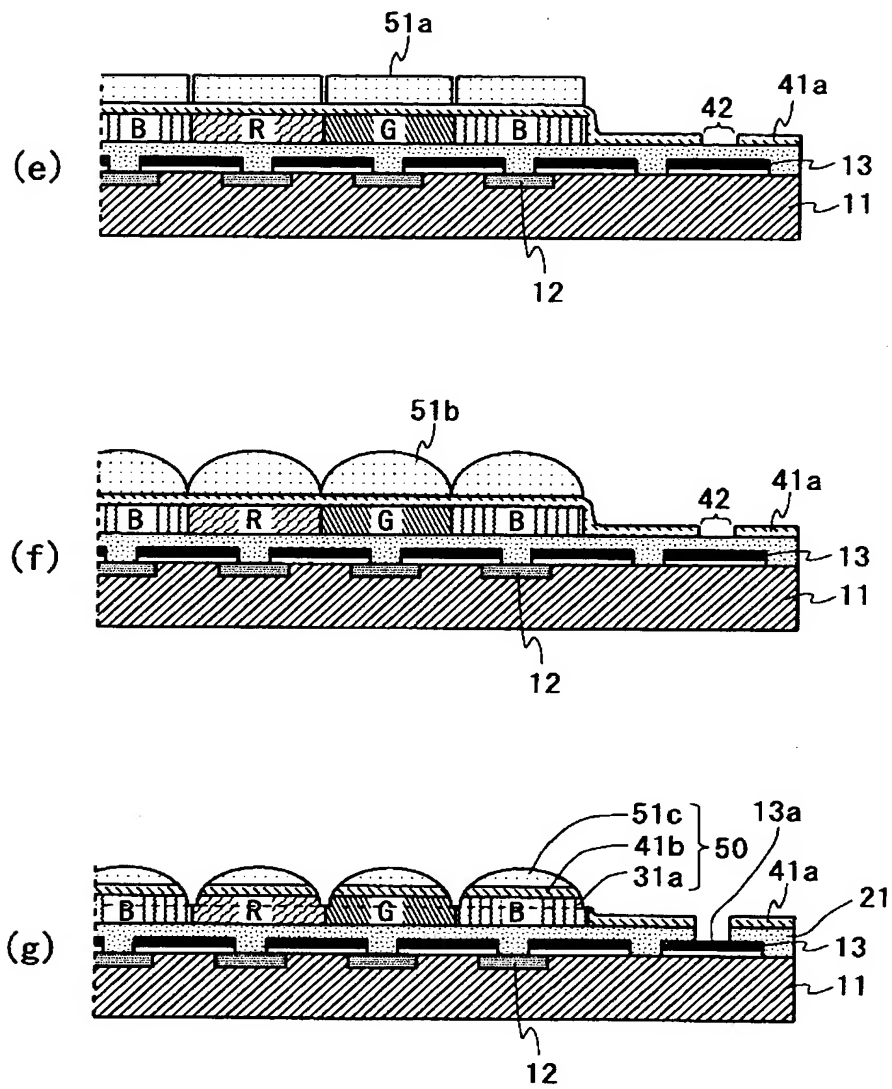
【図 2】



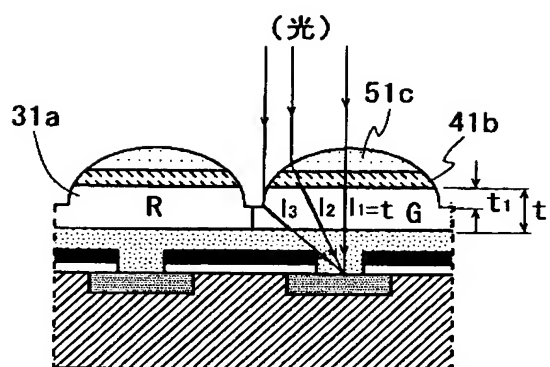
【図 3】



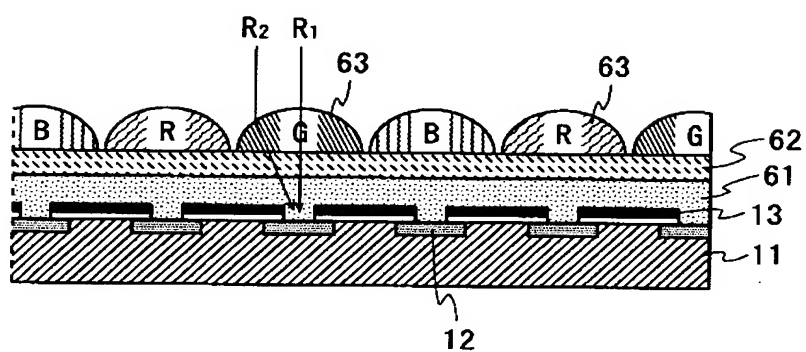
【図 4】



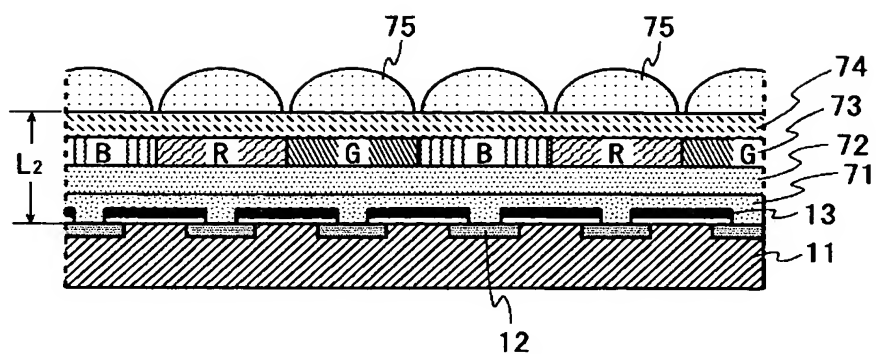
【図 5】



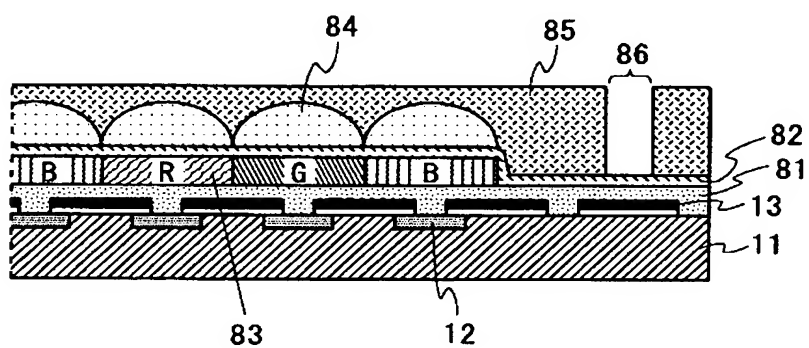
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 レンズ下距離を小さくして集光性を改善し、色純度に優れた固体撮像素子及びその製造方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 少なくとも受光素子と略半球状のマイクロレンズが2次元的に配置された固体撮像素子において、受光素子12アレイ及び遮光層兼電氣的接続電極13等を有する半導体基板11上に平坦化層21及びレンズ母型51cと、透明樹脂上部層41bと、一部の着色画素層31aとからなるマイクロレンズ50を有する固体撮像素子を形成する際、マイクロレンズ50を構成している一部の着色画素層31aの膜厚を t_1 、着色画素層全体の膜厚を t としたとき、 $t_1 \leq 0.5t$ なる条件が満たされるようにする。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 0 2 3 2 9 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 3 1 9 3]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 4 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都台東区台東 1 丁目 5 番 1 号
氏 名	凸版印刷株式会社